Club des concepteurs routiers

Réunion du 12 avril 2012

Les écrans acoustiques

P. DEMIZIEUX

CETE de l'EST - Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Strasbourg

Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Développement durable
Infrastructures, transports et mer
Prévention des risques

Présent pour l'avenir

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

CETE Est

Centre d'Études techniques de l'Équipement de l'Est

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT

La qualité des écrans - l'aide de la normalisation

Introduction et principes

Le marquage CE et le contexte normatif

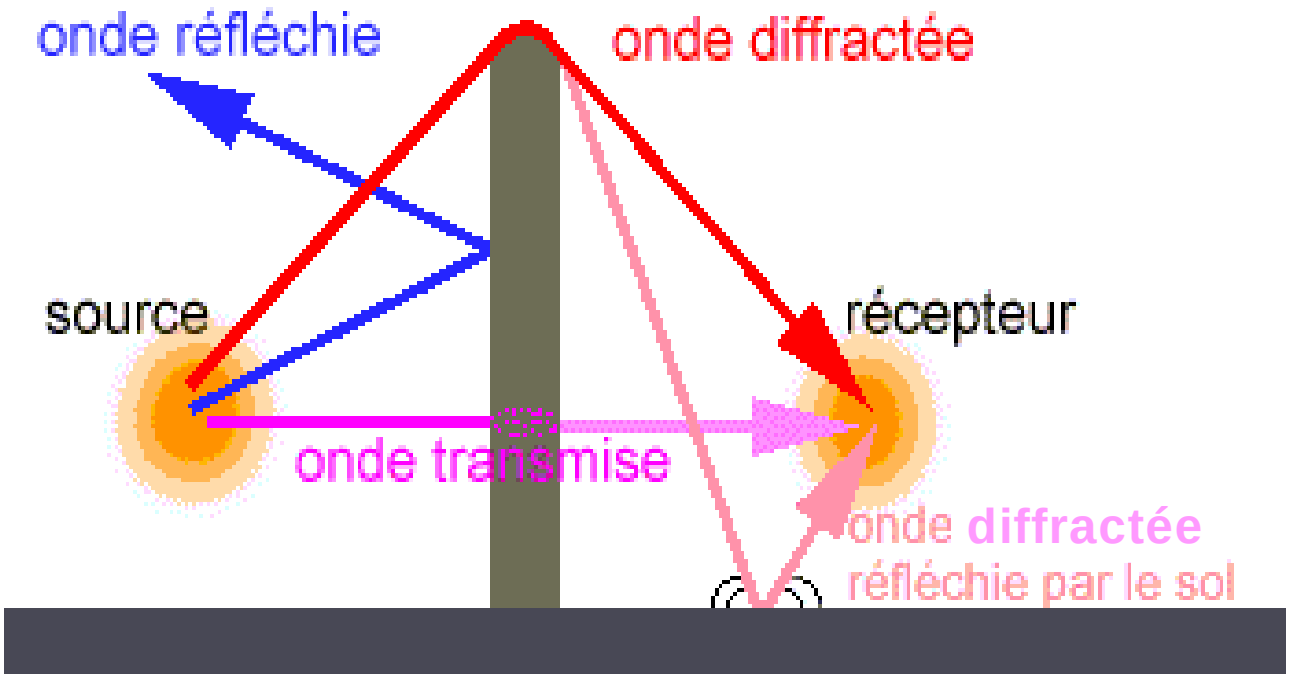
Les performances acoustiques

Conclusions

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

CETE Est

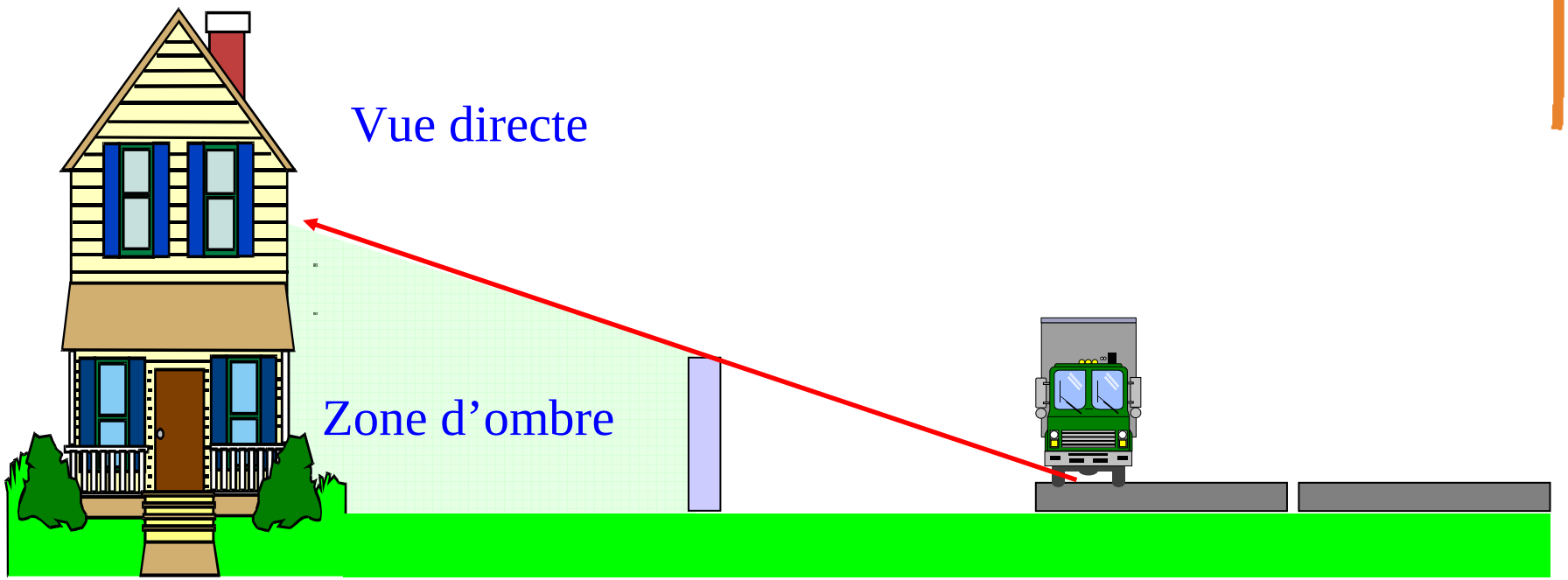
Principes de fonctionnement des écrans



- **Lorsque l'onde sonore rencontre l'écran, une partie**
  - **est transmise par l'écran**
  - **est absorbée par l'écran**
  - **est réfléchie par l'écran**
  - **est diffractée sur les arêtes de l'écran**

Le phénomène de la diffraction

Dans la zone d'ombre, le bruit parvient de façon atténuée MAIS IL N'EST PAS SUPPRIME

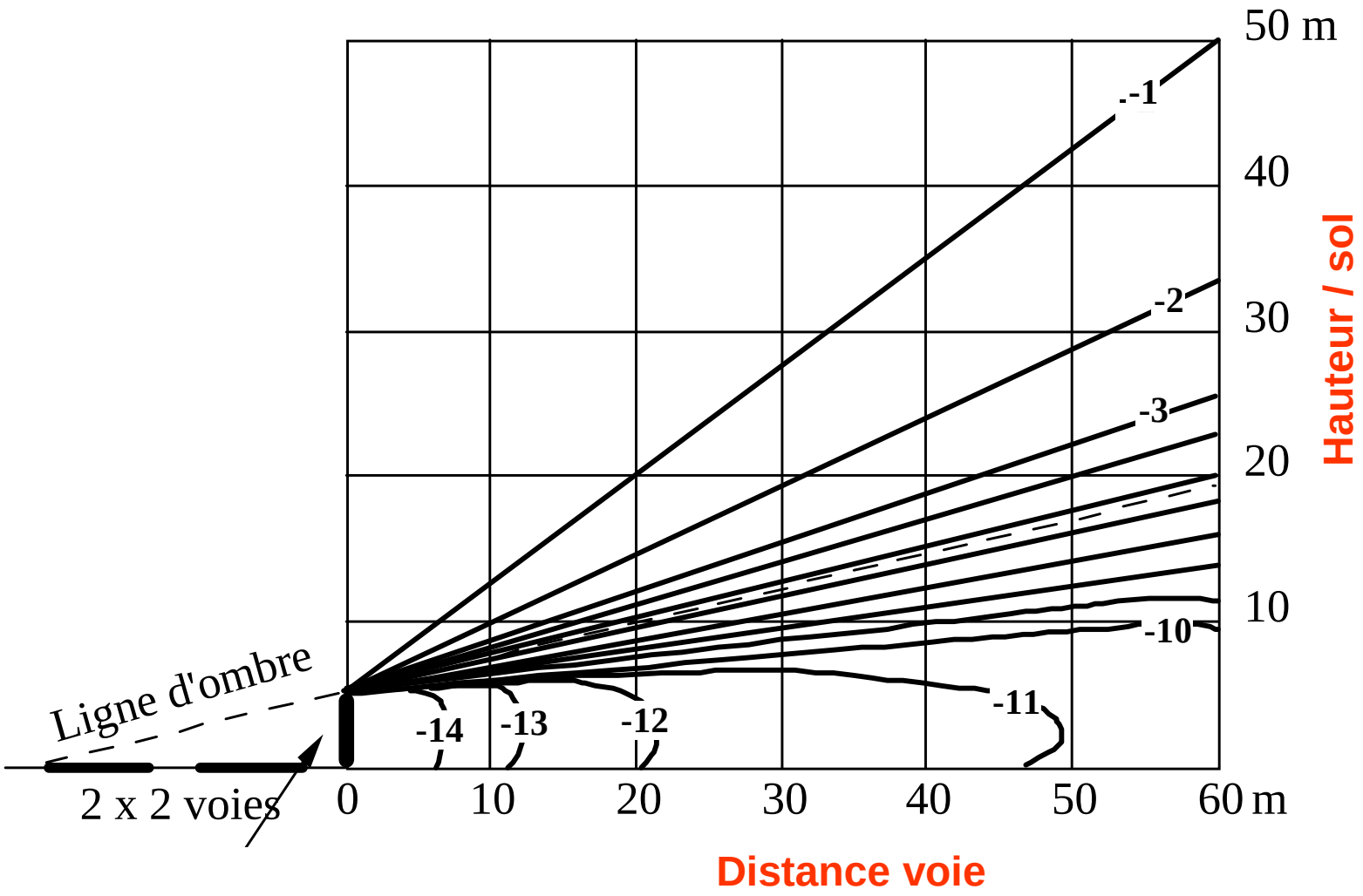


La diffraction

Paramètre extrinsèque à l'écran

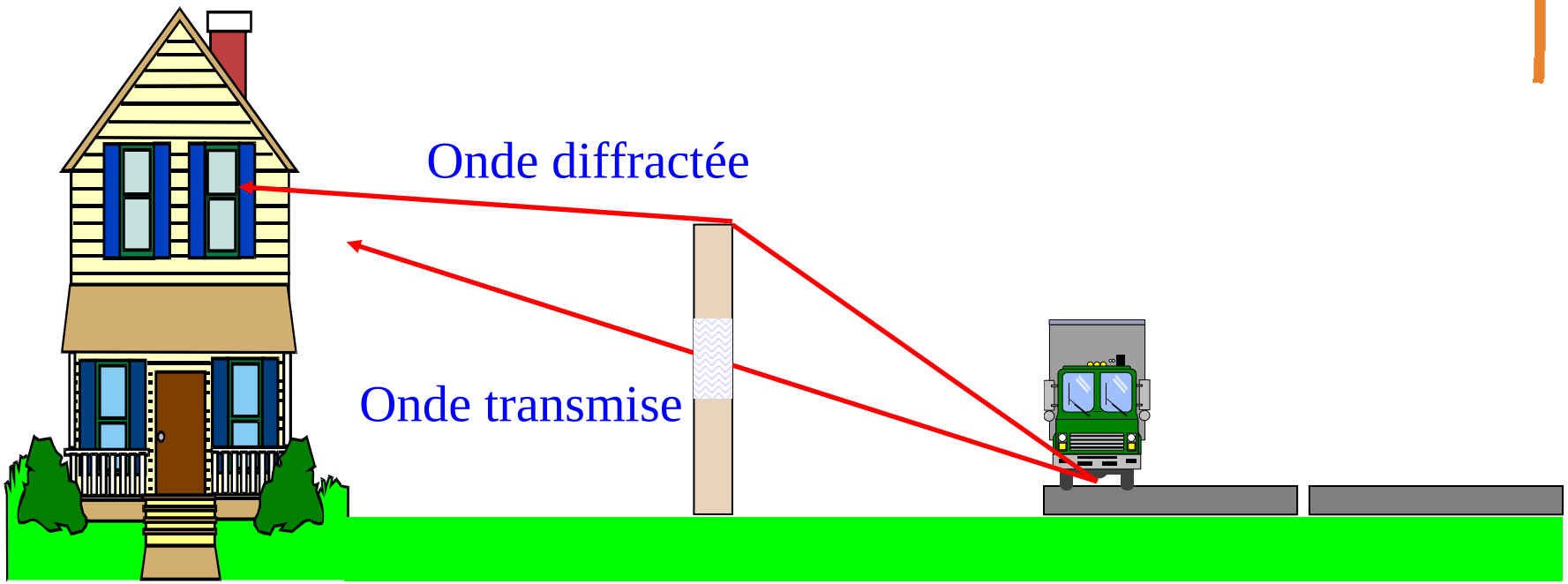
- L'efficacité de l'écran chez le riverains est conditionnée par diffraction. Elle est liée à caractéristiques géométriques de l'écran
  - implantation et hauteur
  - longueur (partie du site non masquée) : pour une seule maison, plusieurs centaines de mètres d'écrans
  - ordre de grandeur 10 à 12 dB(A) pour un écran de 4 mètres
- Efficacité d'un écran chez riverains est peu liée au type d'écran (si bonne conception)
- Efficacité d'un écran chez riverains évaluée par l'étude acoustique

Exemple d'atténuation écran de 4m



Le phénomène de la transmission

- L'onde transmise se cumule à l'onde diffractée
  - Négligeable si plus de 10 dB(A) d'écart



Le phénomène de la transmission

Paramètre intrinsèque à l'écran

- Énergie transmise doit être négligeable / diffraction
- Dans la pratique, on exige perf. Mini (25 dB(A) pour écran courant)
- Valeur minimum de 25 dB(A) facile à obtenir :
  - Écrans plastiques transparents : 10 à 12 mm
  - Écrans en pins : 30 à 36 mm
  - Écrans en tôle d'acier : 1 à 1,5 mm
  - …
- Valeur d'atténuation en transmission mesurable

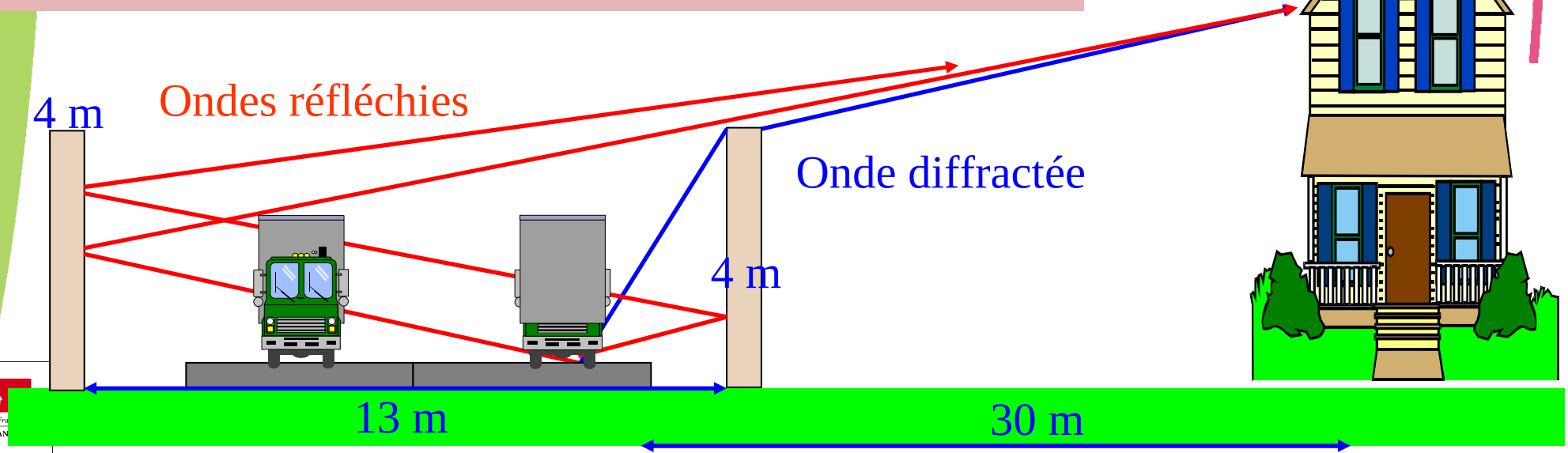
Le phénomène de la réflexion

- Ondes réfléchies pouvant être indésirables

Résultats en façade

- Sans protection : LAeq = 73 dB(A)
- 1 seul écran 4 m (coté maison) : LAeq = 60 dB(A)
- 2 écrans 4 m réfléchissants : LAeq = 67 dB(A)
- 2 écrans 4 m - Dlα 4 dB(A) : LAeq = 63 dB(A)
- 2 écrans 4 m - Dlα 8 dB(A) : LAeq = 60 dB(A)

Exemple



Le phénomène de la réflexion

Paramètre intrinsèque à l'écran

- Dans la pratique :
  - Nécessité de prise en compte dans l'étude acoustique
  - Demande de performances minimums lors de la réalisation (si nécessaire)

Le marquage CE écran

- **Le Contexte : La DPC**
- **Mandat au CEN**
- **Les normes CEN écrans acoustiques**
  - **Les normes supports**
  - **La norme NF EN 14388 et son annexe Z**
- **Arrêté du 24 avril 2006 + avis**

Le contexte : la DPC (Directive Produits de Construction)

89/106/CEE du 21/12/1988

- Concerne produits
- Objectif : garantir aptitude à l'usage des produits mis sur le marché.
- 6 exigences essentielles
  - 1 - Résistance mécaniques et stabilité
  - 2 – Sécurité en cas d'incendie
  - 3 - Hygiène et santé
  - 4 - sécurité d'utilisation
  - 5 - protection contre le bruit
  - 6 – Économie d'énergie

Retenu pour les écrans

- ➔ marquage CE
  - Norme produit NF EN 14388 et annexe ZA définit les règles
  - Déclaration de conformité du produit par le fabricant

Les normes CEN écrans acoustiques

- une norme produit « écran acoustique »
- Des normes supports
  - normes acoustiques
    - Norme 1793 en 5 parties
    - Norme 14389-1 : Pérennité acoustique
  - normes non acoustique
    - Norme 1794 - 2 parties
    - Norme 14389-2 : Pérennité non acoustique

Les normes supports acoustiques

- **Publiées EN:**
  - **NF EN 1793**
    - **partie 1 : mesure de l'absorption (Nov. 1997) - en révision**
    - **partie 2 : mesure de la transmission (Nov. 1997) - en révision**
    - **partie 3 : spectre de référence routier (Nov. 1997)**
  - **NF EN 14389-1**
    - **durabilité acoustique (mai 2009) - en révision**
- **Publiées à titre expérimental**
  - **TS 1793-4 : mesure de la diffraction in situ (Mars 2003)**
  - **TS 1793-5 : mesure absorption transmission in situ (Déc. 2003) – révision en cours pour la scinder en deux parties :**
    - **TS 1793-5 : mesure absorption uniquement (restera expérimentale)**
    - **prEN 1793-6 : mesure transmission – en projet**

Les normes supports non acoustiques

- **Publiées :**
  - **NF EN 1794**
    - **partie 1 : performances mécaniques et stabilité (mars 2011)**
    - **partie 2 : sécurité et environnement (mars 2011)**
  - **NF EN 14389-2**
    - **durabilité non acoustique (Janv. 2005) - en révision**
- **En projet :**
  - **prEN 1794 Partie 3 : feu**

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

CETE Est

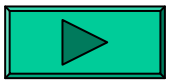
La norme NF EN 14388 et son annexe Z

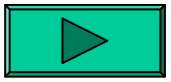
- **Publiée en décembre 2005 - en révision**
  - **Applicables aux différents dispositifs de réduction du bruit :**
  - **Définit liste de 15 caractéristiques (Non reprises en totalité dans marquage CE) :**

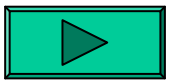
Absorption acoustique	Sécurité en cas de collision (occupants)	Protection environnement
Isolation acoustique	Sécurité collision (écrans combinés barrière)	Moyens d'évacuation
Résistance au vent	Charge déneigement	Réflexion lumière
Poids propre	Résistance feu de broussaille	transparence
Impact de pierres	Chute de débris	Amélioration diffraction

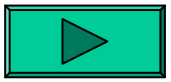
La norme NF EN 14388 et son annexe Z

- **L'annexe ZA indique :**


– **caractéristiques marquage CE possibilité NPD (ou APD)**


– **système d'attestation conformité**


– **tableau d'attribution des taches**


– **Donne un exemple de fiche marquage**

La norme NF EN 14388 et son annexe Z

- **La norme précise comment doit être justifiée la conformité :**
  - **des essais de type initiaux ;**
  - **un contrôle de la production en usine.**
- **La norme précise également la documentation obligatoire :**
  - **instructions d'installation**
  - **manuel d'entretien**

Mise en place réglementaire

Arrêté du 24 avril 2006 et

Avis complémentaire à l'arrêté

- **Marquage CE écrans acoustiques**
  - **Obligatoire le 1 mai 2009 pour tous les produits**

Marquage CE et Rédaction CCTP

- **Non nécessaire puisque obligatoire**
- **Conseillé de rappeler la réglementation**
  - **Les produits proposés en réponse à la consultation devront être marqués CE**
  - **La fiche de marquage CE devra être jointe accompagnée des documents suivants :**
    - **Les rapports d'évaluation des performances indiquées dans la fiche (essais ou note de calcul)**
    - **La notice de montage**
    - **Le manuel d'entretien**

➔ Voir fiche CNEA

Contrôler performances des écrans

- **Performances intrinsèques de l'écran - 2 niveaux de contrôle :**
  - **Mesures de qualifications : normes européennes - marquage CE**
    - **Justification lors de l'appel d'offre**
  - **Mesures de réception in situ (NF S 31089 actuellement))**
    - **Éventuellement en début de chantier**
    - **A la fin des travaux**
  - **Intérêt de ces mesures**
    - **Permet de garantir que l'efficacité globale dans le site ne dépend pas du matériau choisi (contrôle des paramètres intrinsèques)**
    - **Permet de valider le travail du constructeur et de dégager sa responsabilité en cas de non respect des objectifs finaux chez les riverains**

- **Performances globales en façade des riverains (pour mémoire)**
  - **Évaluation par simulation**
  - **Mesures chez les riverains**

LA MESURE DE QUALIFICATION

Absorption – NF EN 1793-1

Réalisation des mesures :

- Échantillon 10 m^2 posé au sol d'une salle réverbérante normalisée
- Mesures des durées de réverbération (TR) avec et sans l'échantillon
  - (TR = durée de décroissance du bruit de 60 db)
- Calcul par tiers d'octave du coefficient d'absorption : α_s
- Calcul d'un indice unique global en dB(A) : Dlα
- Possibilités de classification de Dlα selon 4 catégories
  - A0 : non testé
  - A1 : < 4 dB(A)
  - A2 : 4 à 7 dB(A)
  - A3 : 8 à 11 dB(A)
  - A4 : >11 dB(A)

LA MESURE DE QUALIFICATION
Transmission – NF EN 1793-2

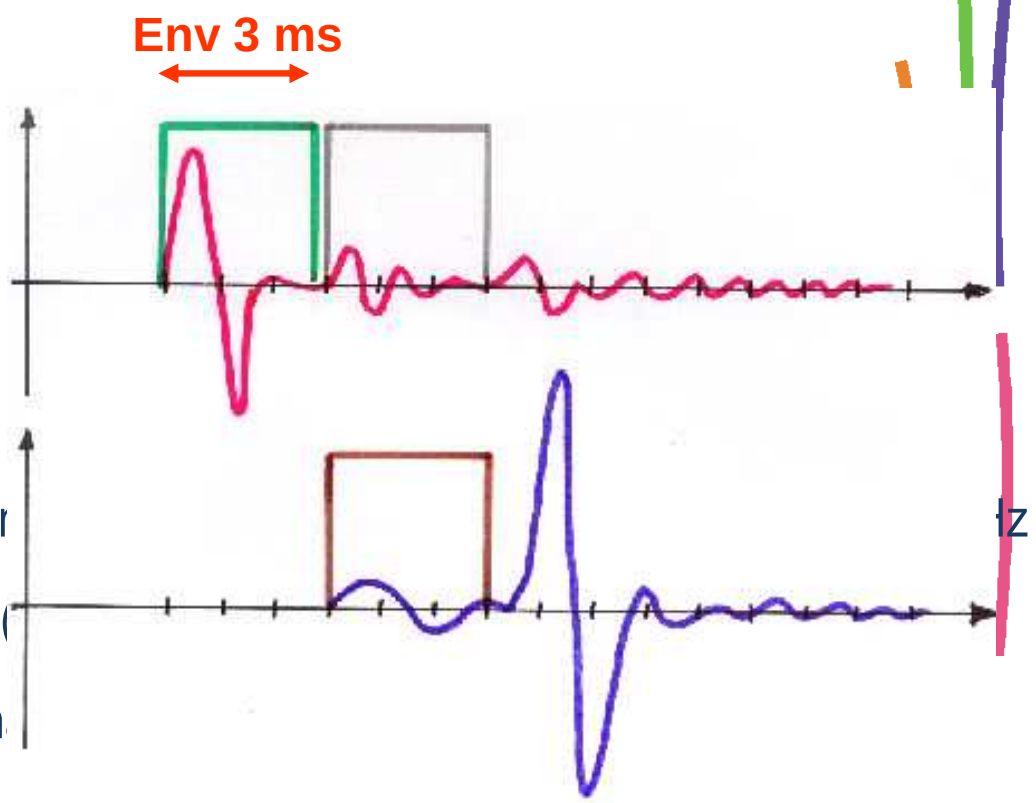
Réalisation des mesures

- Installation d'un échantillon de 10 m^2 dans une cloison séparant deux salles d'essais normalisées
- Production d'un champ sonore en salle émission (HP)
- Mesure des niveaux de pressions acoustiques : en salle d'émission et en salle de réception
- Calcul indice affaiblissement acoustique par tiers d'octave RL
- Calcul d'un indice unique global en dB(A) : Dl_R
- Possibilités de classification de Dl_R selon 3 catégories
  - B0 : non testé
  - B1 : < 15 dB(A)
  - B2 : 15 à 24 dB(A)
  - B3 : >24 dB(A)

LA MESURE DE RECEPTION

NFS 31089 – transmission et réflexion

- Utilisation signal impulsionnel (pistolet)
- fenêtrage temporel permet d'isoler les impulsions
- En transmission
  - Mesure perte énergie acoustique er
  - Calcul d'un indice global TL_T en dB(
  - Une seule incidence testée pour ch
- En réflexion
  - Mesure perte énergie acoustique en transmission TLR 1/3 d'octave entre 400 et 5000 Hz
  - Calcul d'un indice global TLR en dB(A)
  - Quatre incidences testées pour chaque mesure

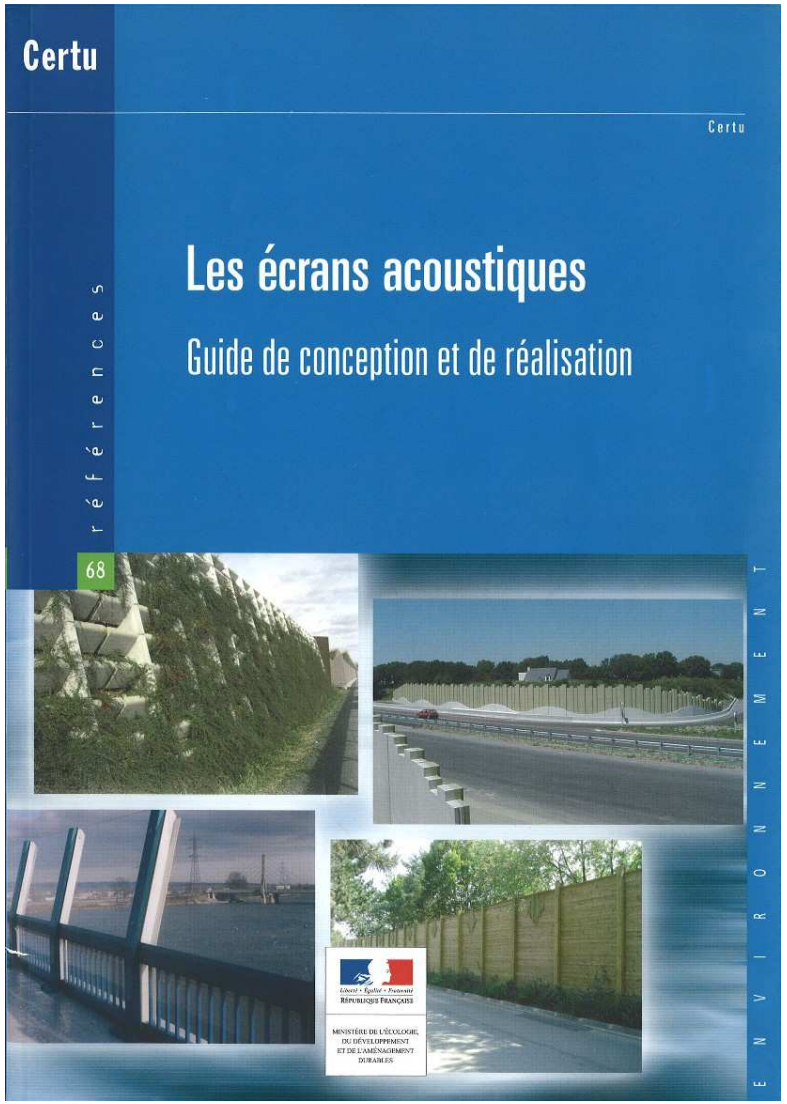


LA MESURE DE RECEPTION

- Exemple d'une réception

Pour en savoir plus

- **Guide écran CERTU**
  http://www.certu.fr/catalogue/product_info.php?products_id=1823&language=fr



Performances intrinsèques minimum
Recommandations guide écran

- Spécifications produits : transmission – phase DCE

	Indice minimal d'évaluation de l'isolation DL_R en dB(A)	Catégorie d'isolation
Écran	$DL_R \geq 25$ dB(A)	B3
Couverture partielle	$DL_R \geq 30$ dB(A)	B3 dont $DL_R \geq 30$ dB(A)
Couverture totale	$DL_R \geq 40$ dB(A)	B3 dont $DL_R \geq 40$ dB(A)

Performances intrinsèques minimum
Recommandations guide écran

- Spécification produits : absorption – phase DCE

	Indice minimal d'évaluation de l'absorption DLα en dB(A)	Catégorie de performance en absorption
Écran ou paroi simple présentant des réflexions vers des zones non protégées	DLα ≥ 4 dB(A)	A2, A3 ou A4
Écrans parallèles, mur de trémie, tranchée…	DLα ≥ 8 dB(A)	A3 ou A4
Tunnel, couverture	DLα ≥ 12 dB(A) (ou DLα ≥ 8 dB(A) si justification particulière*)	A4 (ou A3 si justification particulière*)

Performances intrinsèques minimum
Recommandations guide écran

- Spécification ouvrage : transmission – phase travaux

	Perte locale minimale d'énergie en transmission TL_T en dB(A) "route"
Écran	$TL_T \geq 27$ dB(A)
Couverture partielle	$TL_T \geq 30$ dB(A)
Couverture totale	$TL_T \geq 40$ dB(A)

Performances intrinsèques minimum
Recommandations guide écran

- Spécification ouvrage : absorption – phase travaux

	Perte locale minimale d'énergie en réflexion TL_R en dB(A) "route"
Écran ou paroi simple présentant des réflexions vers des zones non protégées	$TL_R \geq 3$ dB(A)
Écrans parallèles, mur de trémie, tranchée	$TL_R \geq 5$ dB(A)
Tunnel, couverture	$TL_R \geq 9$ dB(A) (ou $TL_R \geq 5$ dB(A) selon les configurations*)

INCIDENCE SUR REDACTION CCTP

Exemple de CCTP pour un écran absorbant

<u>Performances acoustiques intrinsèques minimum du produit proposé</u>

<u>-- Performances en transmission</u>

Afin de pouvoir être pris en compte lors de cette consultation, le fabricant devra joindre un procès verbal d'essais réalisé conformément à la norme NF EN 1793 partie 2.

L'indice **DL_R,** présentant la performance d'isolation aux bruits aériens, évalué selon cette norme devra être égal ou supérieur à **25 dB(A),** ce qui correspond à des produits de classe B 3 (selon l'annexe A de la norme)

<u>-- Performances en absorption</u>

Afin de pouvoir être pris en compte lors de cette consultation, le fabricant devra joindre un procès verbal d'essais réalisé conformément à la norme NF EN 1793 partie 1.

L'indice **DL_α,** présentant la performance d'absorption acoustique, évalué selon cette norme devra être égal ou supérieur à 8 dB(A), ce qui correspond à des produits de classes A 3 ou A 4 (selon l'annexe A de la norme).

INCIDENCE SUR REDACTION CCTP

Exemple de CCTP pour un écran absorbant

<u>Réception acoustique de l'ouvrage</u>

Le maître d'ouvrage se réserve le droit de faire réaliser des mesures de réceptions acoustiques des performances intrinsèques de l'écran in situ, après la fin des travaux

Ces mesures éventuelles seront réalisées selon la norme NF S 31089. Il faut noter que la norme de mesures in situ NF 31089 est différente de la norme de qualification (NF EN 1793) et les résultats obtenus selon ces deux méthodes de mesures ne sont pas directement corrélés, ce qui explique des valeurs minimum différentes.

<u>-- Performances en transmission</u>

L'indice $\mathbf{TL_T}$ présentant la perte locale d'énergie acoustique en transmission, mesuré selon la norme NFS 31089 devra, en tout point de l'écran, être égal ou supérieur à 27 dB(A).

<u>-- Performances en absorption</u>

L'indice $\mathbf{TL_R}$ présentant la perte locale d'énergie acoustique en réflexion, mesuré selon la norme NFS 31089 devra, en tout point de l'écran, être égal ou supérieur à 5 dB(A).

Conclusions

- **Marquage CE écrans acoustiques**
  - **Caractérisation du produit : performances acoustiques et non acoustiques**
  - **Prise en compte durabilité des performances**
  - **Simplification pour circulation sans entrave des produits**
  - **Comparaison facilitée entre produits**
- **Contrôle des performances acoustiques**
  - **Garantir une qualité des écrans**
  - **Fournir une aide au diagnostic si objectifs globaux non atteints**

Merci de votre attention

Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Développement durable
Infrastructures, transports et mer
Prévention des risques

Présent pour l'avenir

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

CETE Est

Centre d'Études techniques de l'Équipement de l'Est

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire

Liste caractéristiques annexe ZA

Exigence/Caractéristique du mandat (correspondant à l'usage prévu selon Tableau 1)	Méthode d'essai	Niveaux et/ou classes mandaté(e)s	Notes
Absorption acoustique			
DL_α a) b)	EN 1793-1:1997		Valeur déclarée — dB,sur le ou les côtés spécifié(s) absorbant(s) de l'écran
Isolation aux bruits			
DL_R b) c)	EN 1793-2:1997		Valeur déclarée — dB
Résistance aux charges			
Poids propre d'un élément acoustique : Mouillé, mouillé réduit ou sec tel que défini dans B.2 de EN 1794-1:2003 c)	EN 1794-1:2003, Annexe B (calculé ou testé)		Valeur déclarée — kN/élément pour les conditions spécifiées : Mouillé, mouillé réduit ou sec
Charge verticale maximum qu'un élément peut supporter afin de satisfaire B.3.2 de EN 1794-1:2003 (poids des éléments au dessus) e)	EN 1794-1:2003, Annexe B (calculé ou testé)		Valeur déclarée — kN/m le long de l'élément acoustique
Charge perpendiculaire maximum (90°) qu'un élément acoustique peut supporter afin de satisfaire A.3.3 de EN 1794-1:2003 (vent et charge statique) c)	EN 1794-1:2003, Annexe A (calculé ou testé)		Valeur déclarée — kN/m^2 sur l'élément
Charge perpendiculaire maximum (90°) qu'un élément acoustique peut supporter afin de satisfaire A.3.2 et B.3.3 de EN 1794-1:2003 (vent, charge statique et poids propre) d)	EN 1794-1:2003, Annexes A et B (calculé ou testé)		Valeur déclarée — kN/m le long de l'élément structural, pour les hauteurs spécifiées de l'écran (h)
Moment de flexion maximum qu'un élément de structure peut supporter afin de satisfaire E.2 de EN 1794-1:2003 (Grandeur de la charge dynamique due au déblaiement de la neige) d)	EN 1794-1:2003, Annexe E (calculé ou testé)		Valeur déclarée — kNm au niveau du sol
Charge perpendiculaire maximum (90°) qu'un élément acoustique peut supporter afin de satisfaire E.2 de EN 1794-1:2003 (Grandeur de la charge dynamique due au déblaiement de la neige) c)	EN 1794-1:2003, Annexe E (calculé ou testé)		Valeur déclarée — kN/2 m × 2 m sur l'élément acoustique
Danger des chutes de débris c)	EN 1794-2:2003, Annexe B		Classe 1 à 6
Réflexion de la lumière : Valeur de la réflexion mesurée conformément à E.3 de EN 1794-2:2003 c)	EN 1794-2:2003 Annexe E		Valeur déclarée — pourcentage de lumière réfléchie
Dégagement de substances dangereuses			Substances déclarée substance «X» < «Y» ppm (parties par million)
Durabilité			
Paramètres acoustiques	prEN 14389-1		dB/ temps
Paramètres non acoustiques	EN 14389-2:2004		Durée de vie déclarée (années)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

CETE Est

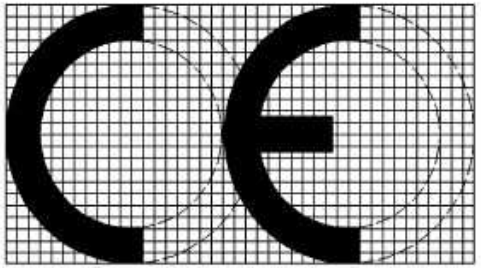
Système attestation

Produits	Usage(s) prévu(s)	Niveau(x) ou classe(s)	Système(s) d'attestation de conformité
Dispositif de réduction du bruit du trafic routier et écrans	Pour les zones de circulation	—	3
Système 3 : Voir la DPC, Annexe iii.2. (ii), deuxième possibilité.			

Répartition taches

Tâches		Teneur de la tâche	Articles à appliquer
Tâches du fabricant	Contrôle de la production en usine (CPU)	Paramètres liés à toutes les caractéristiques du Tableau ZA.1	6.3
	Essais (ou évaluations) de type initiaux par un laboratoire d'essai notifié	Résistance au charges	Tableau 2
		Absorption acoustique	Tableau 2
		Isolation aux bruits	Tableau 2
		Chutes de débris	Tableau 2
		Durabilité	Tableau 2
		Réflexion de la lumière	Tableau 2

Exemple fiche marquage



01234

AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050

05

EN 14388:2004

Écran antibruit pour la réduction du bruit du trafic routier.:
Type AnyNoise, élément acoustique type F longueur 4 m, poteau type P, dessins Ag1320, 12 mai 2000 et 1322…1326, 17 mai 2000

Poids propre d'un élément acoustique mouillé et mouillé réduit :

Poids mouillé	**0.70 kN**
Poids mouillé réduit	**0.92 kN**

Résistance aux charges

Charge verticale maximum qu'un élément peut supporter	**150 kN/m**
Charge perpendiculaire (90°) qu'un élément acoustique peut supporter (due à la charge du vent et à la charge statique) :	**1,2 kN/m²**
Charge perpendiculaire (90°) qu'un élément structural peut supporter (due à la charge du vent, à la charge statique et au poids propre) :	
Hauteur d'écran 3 m	**5,2 kN/m**
Hauteur d'écran 4 m	**4.4 kN/m**
Moment de flexion au niveau du sol qu'un élément structural peut supporter (dû au déblaiement de la neige) :	**15 kNm**
Charge perpendiculaire (90°) qu'un élément acoustique peut supporter (due au déblaiement de la neige) :	**14 kN / 2 m × 2 m**

Absorption acoustique : DL_α	**11 dB**
Isolation acoustique aux bruits aériens : DL_R	**27 dB**
Réflexion de la lumière :	APD
Danger des chutes de débris :	**class 3**
Durabilité prévue des caractéristiques acoustiques	
Modifications de l'indice de réflexion acoustique DL_{RI} après (5, 10, 15, et 20 ans) :	
En classes d'exposition typiques	– 3, – 5, – 5, – 6 dB
En condition climatique 4K3	– 3, – 5, – 6, – 8 dB
Modifications de l'indice d'isolation acoustique aux bruits aériens index DL_{SI} après (5, 10, 15, et 20 ans) :	
En classes d'exposition typiques	0, 0, 0, – 2 dB
En condition climatique 4K3	– 1, – 2, – 2, – 3 dB
Durabilité prévue des caractéristiques non acoustiques	
Durée de vie :	**30 ans**
Substances dangereuses	**Arsenic, Mercure< «x» ppm**

extrait avis 24 avril 2006

PRODUITS	USAGES PRÉVUS	PROCÉDURE d'attestation de conformité (décision de la Commission 96/579/CE du 24 juin 1996 [*JOCE* du 8 octobre 1996])	NORME HARMONISÉE applicable	ORGANISMES NOTIFIÉS par la France (1)
Dispositifs antibruit routiers.	Pour zones de circulation.	Système d'attestation 3	NF EN 14388 : 2005	CERIB CSTB CTBA CTTB

Système d'attestation 3 : voir directive 89/106/CEE, annexe III, point 2 ii, deuxième possibilité.

(1) CERIB : centre d'étude et de recherche de l'industrie du béton, 1, rue des Longs-Réages, BP 30059, 28231 Epernon Cedex, téléphone : 02-37-18-40-00 ; télécopie : 02-37-83-67-39.

CSTB : centre scientifique et technique du bâtiment, 84, avenue Jean-Jaurès, 77447 Marne-la-Vallée Cedex 2, téléphone : 01-64-68-88-89 ; télécopie : 01-64-68-88-92.

CTBA : centre technique du bois et de l'ameublement, 10, avenue de Saint-Mandé, 75012 Paris, téléphone : 05-56-43-63-32 ; télécopie : 05-56-43-63-02.

CTTB : centre technique des tuiles et briques, 17, rue Letellier, 75015 Paris, téléphone : 01-45-37-77-77 ; télécopie : 01-44-37-07-20.